

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 87112638.9

(51) Int. Cl.⁴: **C23C 16/26**

(22) Anmeldetag: 29.08.87

(30) Priorität: 27.02.87 DE 3706340

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.08.88 Patentblatt 88/35

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES FR GB IT LI SE

(71) Anmelder: **Ernst Winter & Sohn (GmbH & Co.)**
Osterstrasse 58
D-2000 Hamburg 19(DE)

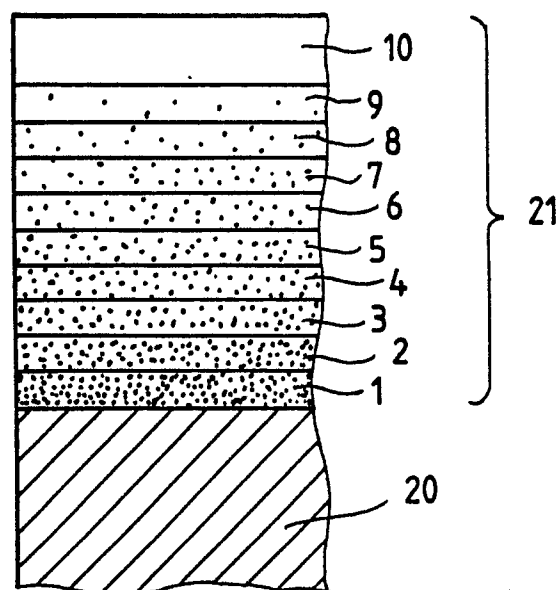
(72) Erfinder: **Meyer, Hans-Robert, Dr.**
Eissendorfer Grenzweg 12
D-2100 Hamburg 90(DE)
Erfinder: **Wiemann, Hans-Joachim, Dr.**
Josthöhe 57
D-2000 Hamburg 63(DE)

(74) Vertreter: **Minetti, Ralf, Dipl.-Ing.**
Ballindamm 15
D-2000 Hamburg 1(DE)

(54) **Verfahren zum Auftragen einer Verschleisschutzschicht und danach hergestelltes Ezeugnis.**

(57) Bekannt ist das Auftragen einer Verschleißschutzschicht in der Art eines Diamantfilmes auf einem Träger aus einem metallischen Hartstoff. Derartiges kann erfolgen durch chemische Dampfabscheidung oder chemische Plasmaabscheidung oder durch ein reaktives Plasmasputtern. Problematisch ist jedoch bei der Aufbringung einer Diamantschicht der unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizient von Diamant und Metall und der Umstand, daß Diamant einen wesentlich höheren Elastizitätsmodul aufweist als ein Hartmetall. Dadurch können auftretende Kräfte zu einem Zerschlagen des Diamantfilmes führen. Um dem Rechnung zu tragen, ist vorgesehen, auf dem Träger aufeinanderfolgend Schichten aufzutragen, deren Material jeweils einen höheren Elastizitätsmodul als dem des Materials der darunterliegenden Schicht aufweist, wobei die äußerste Schicht eine Schicht aus Diamant ist. Dadurch läßt sich eine größere Differenz zwischen dem Elastizitätsmodul der außenliegenden Diamantschicht und dem des Werkstoffes vom Träger ohne Gefahr einer Zerstörung des Diamantfilmes nutzen.

Fig. 3



Verfahren zum Auftragen einer Verschleißschuttschicht und danach hergestelltes Erzeugnis

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Auftragen einer Verschleißschuttschicht in der Art eines Diamantfilmes auf einem Träger aus einem metallischen oder nichtmetallischen Hartstoff sowie nach diesem Verfahren hergestellte Erzeugnisse.

Für den Einsatz in spanabhebenden Werkzeugen sind Schneideinsätze bekannt, die aus metallischen oder nichtmetallischen Hartstoffen bestehen. Dafür kommen insbesondere Hartmetalle aus einer Sinterlegierung in Betracht, wie Wolframkarbid und Kobalt oder Wolframkarbid mit Titankarbid und Kobalt. Weiterhin werden derartige Schneideinsätze hergestellt aus reinem Titankarbid oder beispielsweise aus Aluminiumoxid sowie Titanitrid oder Siliziumnitrid.

Soweit es sich also nicht um Reinmetalle handelt, kommen insbesondere Boride, Nitride oder Silizide von Metallen in Betracht, das heißt Werkstoffe, die einen möglichst hohen Elastizitätsmodul aufweisen.

Weiterhin ist es bekannt, Schneideinsätze aus einem weniger harten Werkstoff zur Erhöhung ihrer Lebensdauer durch Vergrößerung ihres Verschleißwiderstandes mit einer Beschichtung zu versehen, die beispielsweise aus Titanitrid oder Siliziumnitrid oder Aluminiumoxid oder einem anderen vorgenannten Werkstoff bestehen kann. Derartige Beschichtungen werden aufgetragen auf Trägern aus Hartmetallen, wie sie für die Zerspanung von Stahl, Nichteisenmetallen und anderen Werkstoffen Anwendung finden.

Der Auftrag solcher Verschleißschuttschichten kann nach bekannten Verfahren der chemischen Dampfabcheidung oder der chemischen Plasmaabscheidung oder durch ein reaktives Plasmasputtern erfolgen.

Beim Verfahren der chemischen Dampfabcheidung, das in der Fachwelt bezeichnet wird als CVD-Verfahren (Chemical Vapor Deposition) erfolgt die Herstellung dünner Schichten durch eine chemische Reaktion von gasförmigen Komponenten. Dieses Verfahren findet beispielsweise auch Anwendung bei der Herstellung von dünnen Siliziumschichten in der Halbleitertechnologie sowie für die Abscheidung von Pyrokohlenstoff mit extremer Härte und einer hohen anisotropischen Wärmeleitfähigkeit. Nach jüngeren Veröffentlichungen ist es auch möglich, unter Verwendung von Methangas zur Abscheidung von diamantartigem Kohlenstoff zu kommen, wobei unter hohen Unterdrücken jedoch Temperaturen in der Größenordnung von über 1.000 Grad Celsius gearbeitet wird.

Demgegenüber bildet das sogenannte Plasma-CVD-Verfahren den Unterschied, daß bei niedrigem

Druck eine Aufheizung der Gasphase durch Hochfrequenz oder elektrische Entladung wie Glimmentladung erfolgt und die Gasteilchen entsprechend Ionen geladen sind und dadurch extrem energiereich sind, so daß sich metastabile Verbindungen bilden können, wie z. B. Diamant.

Bei dem dritten vorgenannten Verfahren des reaktiven Sputterns handelt es sich um ein Verfahren der Kathodenzerstäubung, bei dem eine feste Kathode durch Ionenbeschuss abgetragen wird und sich auf einem einige Zentimeter entfernten Substrat niederschlägt. Dabei kann auf dem Weg dahin der Gasphase, das heißt dem Plasma ein reaktives Gas wie Stickstoff oder Sauerstoff zugesetzt werden.

In der praktischen Anwendung dieser jungen technischen Entwicklungen ergeben sich jedoch Probleme, wenn es sich beispielsweise darum handelt, die Schneiden von spanabhebenden Werkzeugen, die mit einer Verschleißschuttschicht aus Diamant versehen sind, wirtschaftlich zu nutzen.

Neben unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten von Diamant und Metallen beruht das insbesondere auf dem Umstand, daß Diamant den sehr hohen Elastizitätsmodul von etwa $10,5 \times 10^{11}$ N/m² aufweist, während demgegenüber Hartmetalle lediglich einen Elastizitätsmodul von etwa 4 bis 5×10^{11} N/m² haben. Dieser erhebliche Unterschied führt dazu, daß bei einer mechanischen Beanspruchung wie beim Bearbeiten von Metallen oder Nichteisenmetallen die auftretenden Kräfte zu einem vorzeitigen Zerschneiden der Diamantfilme auf ihren Unterlagen führen, die erheblich geringere E-Module haben, bzw. zu einem Aufsplittern des Diamantfilmes. In der industriellen Anwendung haben sich deshalb Verschleißschuttschichten aus Diamant, die nach den bekannten Verfahren auf den Trägerkörper aufgebracht wurden, insbesondere von spanabhebenden Werkzeugen wie Fräsern, Sägen und dergleichen, nicht durchsetzen können.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Auftragen einer Verschleißschuttschicht mit einem Diamantfilm auf einem Träger zu schaffen, bei welchem den unterschiedlichen Elastizitätsmodulen insoweit Rechnung getragen wird, daß sich ihre Größendifferenz nicht nachteilig auswirkt auf die Beanspruchung des Diamantfilmes, so daß dieser stärker beansprucht werden kann, als es bisher möglich war.

Nach der Erfindung ist dafür vorgesehen, daß auf dem Träger wie z. B. einem metallischen Schneideinsatz eines spanabhebenden Werkzeuges aufeinanderfolgend Schichten aufgetragen werden, deren Material jeweils einen höheren Elasti-

zitätsmodul als dem des Materials der darunterliegenden Schicht aufweist, wobei die äußerste Schicht eine Schicht aus Diamant ist. Dadurch ergibt sich eine geringere Größendifferenz zwischen dem Elastizitätsmodul des außenliegenden Diamantfilmes und dem vom Werkstoff des Trägers, so daß die Gefahr einer Zerstörung des Diamantfilmes vermieden wird.

Um die Verschleißschuttschicht so aufzubauen, daß stufenweise vom Träger ausgehend bis zum außenliegenden Diamantfilm Zwischenlagen von unterschiedlichen, steigenden Elastizitätsmodulen vorhanden sind, deren Größe möglichst nahe an den Modul von Diamant heranreicht, ist es am zweckmäßigsten, die einzelnen Schichten mit fortlaufend ansteigenden Diamantanteilen zu versehen, so daß z. B. eine unten auf dem Träger liegende Schicht nur einen Diamantanteil von beispielsweise 10 % Gewichtsanteile hätte, die darüber liegende Schicht einen Anteil von 20 %, die fünfte Schicht 50 % und so fort, wobei als Verbundwerkstoff beispielsweise Nickel oder Kobalt aber auch Graphit Anwendung finden könnte und zwar mit abfallenden Gewichtsprozentanteilen, das heißt also in der untersten Schicht von 90 % und in der fünften Schicht von 50 %. Dieses Vorgehen würde den gleichzeitigen Niederschlag des Verbundwerkstoffes zusammen mit Diamant bei der Herstellung der Schicht ten voraussetzen, was nach dem gegenwärtigen Erkenntnisstand technisch noch problematisch ist.

Die Erfindung sieht deshalb in einer Ausgestaltung vor, auf dem Träger fortlaufend Schichten aufzudampfen, die sich im einzelnen dadurch unterscheiden, daß eine nachfolgend aufgetragene Schicht aus einem Material besteht, dessen Elastizitätsmodul größer ist als derjenige des Materials der darunterliegenden Schicht, wobei dann als letzte vorzugsweise erheblich stärkere Schicht eine Diamantschicht aufgetragen wird. Dabei ist allgemein unter Diamantschicht zu verstehen, daß es sich um eine Schicht aus diamantartigen Kohlenstoff handelt.

Die einzelnen unterhalb der außenliegenden Diamantschicht befindlichen Schichten können eine Stärke haben von etwa 1 bis 20 μm , während die außenliegende Diamantschicht wesentlich stärker ausgebildet sein kann und zwar beispielsweise in der Größenordnung von 10 bis 500 μm .

Von besonderem Vorteil ist es, daß sich das Verfahren auf einem breiten Anwendungsgebiet ausnutzen läßt, da seine Anwendung nicht beschränkt ist auf bestimmte Abmessungen beispielsweise von Schneideinsätzen für spanabhebende Werkzeuge. Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt es nämlich, stufenweise aufgetragene Schichten bzw. die gesamte Verschleißschuttschicht auf komplizierteren Formen wie beispielsweise Profilen

mit kleiner Verzahnung aufzubringen. Dabei kann es sich also beispielsweise auch handeln um verzahnte Formwerkzeuge aber auch beispielsweise um gezahnte Abrichtrollen zum Formabrichten von Schleifscheiben. Stattdessen kann die Standfestigkeit anderer Werkzeuge durch den Auftrag der erfindungsgemäßen Verschleißschuttschicht wesentlich verbessert werden wie beispielsweise von Messern und anderen Gegenständen, die auch nichtmetallisch sind und beispielsweise aus Glas bestehen wie Linsen und dergleichen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachstehend unter Bezugnahme auf eine Zeichnung erläutert. Darin zeigen:

Figur 1: einen Fräser in der Seitenansicht;

Figur 2: den Schneideinsatz eines Fräasers in der Draufsicht;

Figur 3: eine Verschleißschuttschicht im Querschnitt und

Figur 4: eine andere Verschleißschuttschicht.

Der in Figur 1 wiedergegebene Fräser besitzt mehrere Zähne 22, die jeweils einen Schneideinsatz 20 tragen, dessen Schneidkantenbereich mit einer Verschleißschuttschicht 21 versehen ist, die außen einen Diamantfilm trägt.

Entsprechend Figur 2 ist der Außenrandbereich des Schneideinsatzes mit einer Profilierung versehen, wobei die Anordnung derart getroffen ist, daß auch die Profilflächen von der durch Plasmaabscheidung aufgetragenen Verschleißschuttschicht bedeckt sind.

Eine Verschleißschuttschicht nach Figur 3 besteht aus zehn Schichten 1 bis 10, die aufeinanderfolgend auf dem Träger 3 aufgedampft sind. Diese Schichten 1 bis 10 unterscheiden sich durch unterschiedliche Härten und zwar dahingehend, daß die jeweils über einer anderen Schicht liegende Schicht einen höheren Elastizitätsmodul aufweist, als die darunterliegende Schicht. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist dafür vorgesehen, daß die Schicht 1 10 % Gewichtsanteile an Diamant enthält und 90 % Kobalt, während die Schicht 2 einen Gewichtsdiamentanteil von 20 % und einen Metallanteil von 80 % aufweist. Diese stufenförmige Verteilung ergibt sich auch über die anderen Schicht hinweg, so daß als außenliegende Schicht 10 eine solche vorhanden ist, die allein aus diamantartigen Kohlenstoff besteht.

Wenn bei diesem Beispiel Kobalt als Verbundwerkstoff vorgesehen ist, so wird berücksichtigt, daß beim Niederschlagen eines Metalles zusammen mit Diamant in der Dampfphase der in Metall eindringende Diamant die Ausbildung von Karbid auslöst, so daß die Verwendung von Metallkarbiden zusammen mit Diamant innerhalb einer Schicht weniger geeignet ist, als die Verwendung von Reinetallen, die keine Karbide bilden wie insbeson-

dere von Nickel oder Kobalt.

Die Ausführung von Figur 4 unterscheidet sich von der vorbeschriebenen dadurch, daß die hier vorgesehenen Zwischenschichten keine Diamantanteile enthalten. Die in dieser wiederum nicht maßstäblich wiedergegebenen Darstellung vorgesehenen Zwischenschichten 1 bis 5 haben lediglich eine Stärke von wenigen μm , während die zuletzt aufgedampfte Diamantschicht 10 von erheblich größerer Stärke ist, um einen langandauernden Verschleißschutz zu gewährleisten.

Bei dieser Ausführungsform besteht der Träger 20 aus Stahl mit einem Elastizitätsmodul von $2,2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$. Die Schicht 1 besteht aus Tantalcarbid (TaC) mit einem E-Modul von $2,9 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$. Die Schicht 2 besteht aus Titankarbid (TiC) mit dem Faktor 4,7, die Schicht 3 aus Molybdenkarbid (Mo_2C) mit dem Faktor 5,3, die Schicht 4 aus Wolframkarbid mit dem Faktor 6,5 und die Schicht 5 aus Wolframkarbid mit dem Faktor 7,2 für den Elastizitätsmodul, das heißt also $7,2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$.

Die mit 10 bezeichnete Diamantschicht hat den Elastizitätsmodul von $10,5 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ und wird damit getragen auf einem verhältnismäßig weichen Stahlträger von einer Schicht, deren Elastizitätsmodul so hoch ist, daß der feste Sitz der Diamantschicht auch bei einer hohen Beanspruchung des Werkzeuges gewährleistet bleibt.

Ansprüche

1. Verfahren zum Auftragen einer Verschleißschutzschicht in der Art eines Diamantfilmes auf einen Träger (20) aus einem metallischen oder nichtmetallischen Hartstoff, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Träger (20) aufeinanderfolgend Schichten (1-10) aufgetragen werden, deren Material einen höheren Elastizitätsmodul als dem des Materials der darunter liegenden Schicht aufweist, wobei die äußere Schicht (10) eine Schicht aus Diamant ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aufeinanderfolgend Schichten aufgetragen werden, die jeweils einen höheren Diamantanteil als die darunterliegende Schicht aufweisen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die außenliegende Diamantschicht (10) in größerer Stärke als die darunter liegenden Schichten (1-9) aufgetragen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Träger (20) als erste Schicht (1) ein Werkstoff mit höherem Elastizitätsmodul als dem vom Träger (20) aufgetragen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Schichten (1-10) durch chemische Dampf-oder Plasmaabscheidung aufgetragen werden.

6. Verschleißschutzschicht für metallische und nichtmetallische Träger, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschleißschutzschicht (21) aus mehreren übereinander liegenden Schichten (1-10) besteht, die fortlaufend von unten nach außen aus unterschiedlichen Materialien mit höheren Elastizitätsmodulen bestehen, wobei die äußerste Schicht (10) eine Schicht aus Diamant ist.

7. Verschleißschutzschicht nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die übereinander liegenden Schichten (1-10) fortlaufend von unten nach außen einen höheren Diamantanteil in Gewichtsprozent aufweisen.

8. Verschleißschutzschicht nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die außenliegende Schicht (10) aus Diamant stärker ausgebildet ist als die einzelnen darunterliegenden Schichten (1-9).

9. Verschleißschutzschicht nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die außenliegende Diamantschicht (10) eine Stärke von 5 bis 500 μm aufweist und die darunter liegenden Schichten Stärken von 2 bis 50 μm .

10. Verschleißschutzschicht nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbundwerkstoffe Boride, Nitride, Silizide oder Karbide von Metallen sind.

11. Verschleißschutzschicht nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbundwerkstoffe in den diamanthaltigen Schichten Reinelemente wie Nickel oder Kobalt sind.

12. Verschleißschutzschicht nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die verschiedenen Schichten (1-10) unterschiedliche Verbundwerkstoffe aufweisen.

13. Verschleißschutzschicht nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (20) der Verschleißschutzschicht als Schneideinsatz eines spanabhebenden Werkzeuges (22) wie eines Fräasers oder einer Säge ausgebildet ist.

14. Verschleißschutzschicht nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (20) der Verschleißschutzschicht (21) eine Formabrichtrolle ist.

15. Verschleißschutzschicht nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (20) der Verschleißschutzschicht (21) als ein Messer ausgebildet ist.

Fig. 1

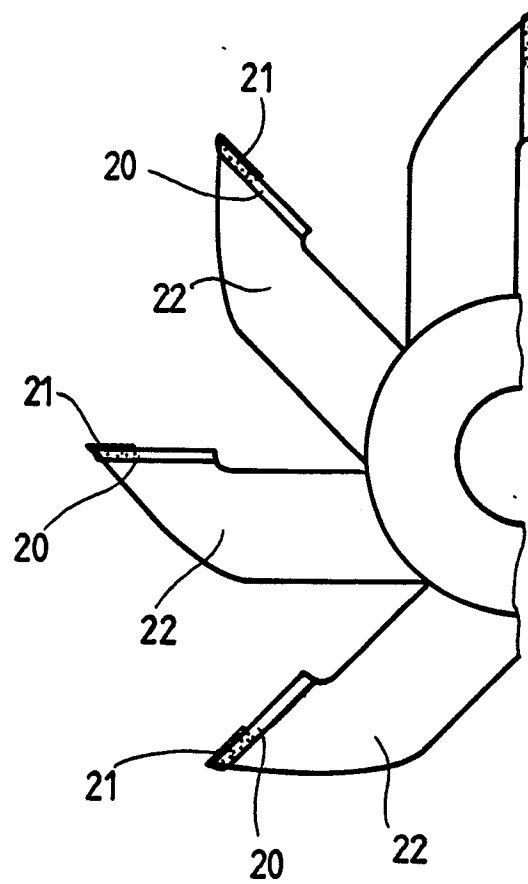


Fig. 2

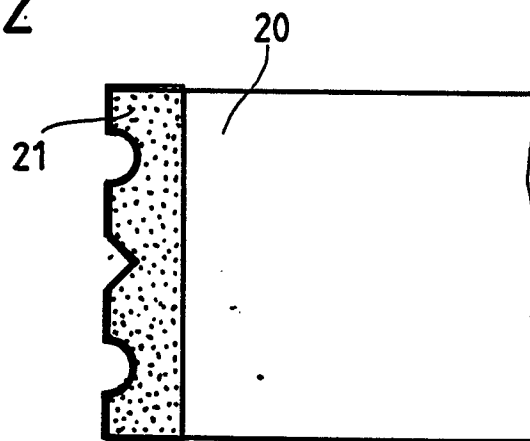


Fig. 3

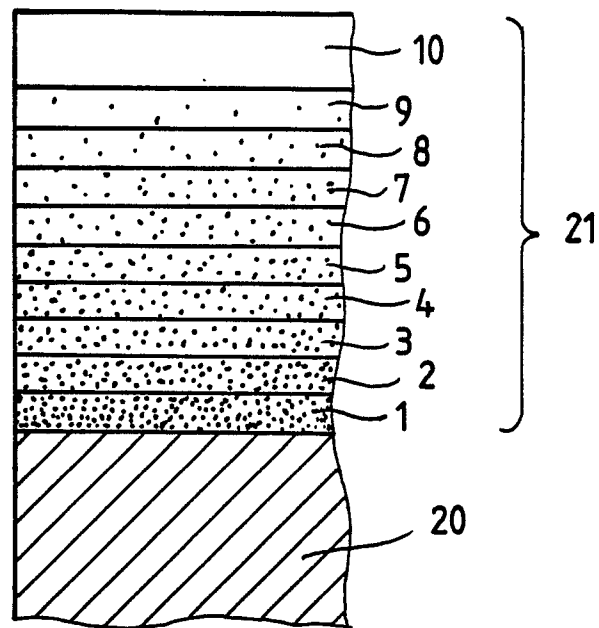
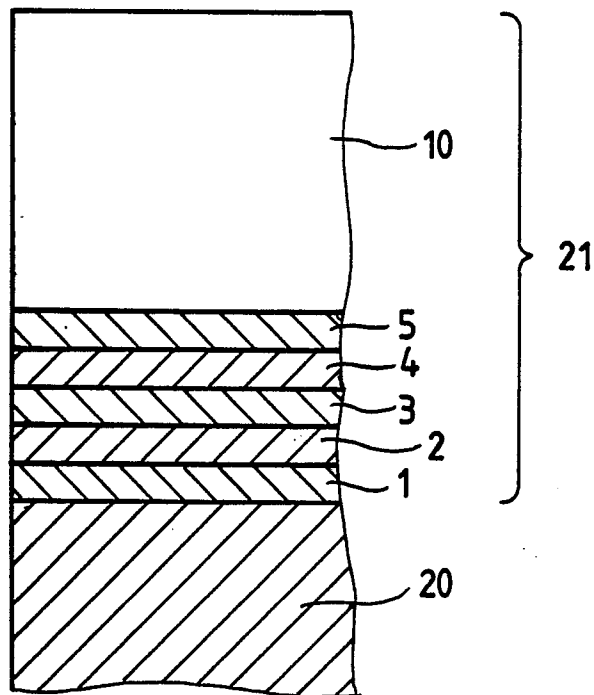


Fig. 4





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 87112638.9
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	EP - A2 - 0 166 708 (SANTRADE LTD.) * Beispiel 3; Ansprüche *	1,5,6, 10	C 23 C 16/26
A	EP - A2 - 0 157 212 (AMERICAN CYANAMID COMPANY) * Beispiele; Ansprüche *	1,5,6	
A	WO - A1 - 86/00 093 (BATTELLE-INSTITUT e.V.) * Ansprüche *	1,5	
A	DE - A1 - 3 335 132 (TECHNION RESEARCH & DEVELOPMENT FOUNDATION LTD.) * Ansprüche *	1,5,6, 10	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, unexamined applications, C Feld, Band 10 Nr. 214, 25. Juli 1986 THE PATENT OFFICE JAPANESE GOVERNMENT Seite 38 C 362 * Kokai-Nr. 61-52 363 (MITSUBISHI METAL CORP.) *	1,5	C 23 C B 23 P B 05 D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 13-05-1988	Prüfer SLAMA
<div><div><p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</p><p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</p><p>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</p><p>A : technologischer Hintergrund</p><p>O : nichtschriftliche Offenbarung</p><p>P : Zwischenliteratur</p><p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p></div><div><p>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p><p>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</p><p>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</p><p>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p></div></div>			